

THESIS

MUNICH

1967

FRAKTUREN DES OS NAVICULARE MANUS

(unter Verwendung des Krankengutes der Orthopädischen
Universitätsklinik München-Harlaching)

Peter Wolff

LANE MEDICAL LIBRARY OF
STANFORD UNIVERSITY
300 PASTEUR
PALO ALTO, CALIFORNIA

Aus der Orthopädischen Klinik der Universität München

Direktor: Prof. Dr. M. Lange

FRAKTUREN DES OS NAVICULARE MANUS

(unter Verwendung des Krankengutes der Orthopädischen

Universitätsklinik München-Harlaching)

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin

verfaßt und

einer Hohen Medizinischen Fakultät

der Ludwigs-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Peter Wolff

aus München

München 1967



MEINEN ELTERN



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40153513_0009

INHALTSVERZEICHNIS

- I. Fragestellung
- II. Häufigkeit der Navicularefrakturen
- III. Anatomie
 - 1. Funktionelle Anatomie
 - 2. Gefäßversorgung des Os naviculare
- IV. Radiologie
- V. Die Fraktur des Os naviculare
- VI. Unfallmechanismus der Kahnbeinfraktur
- VII. Symptome
 - 1. Klinische Symptome
 - 2. Röntgenbefund
- VIII. Behandlung der Navicularefraktur
- IX. Beobachtungen am Krankengut der Orthopädischen Klinik München
 - 1. Verletzungsalter
 - 2. Kindlicher Kahnbeinbruch
 - 3. Art der Fraktur und Entstehung
 - 4. Begleitverletzungen
 - 5. Behandlung der Navicularefraktur
 - 6. Ruhigstellung und Heilverlauf
- X. Diskussion
- XI. Literaturverzeichnis

I. Fragestellung

Von allen Mittelhandknochen wird das Os naviculare am häufigsten von Frakturen betroffen. Im Krankengut der Orthopädischen Klinik München sind es 84 % aller Frakturen der Handwurzelknochen. Der Rest der Handwurzelknochenfrakturen betrifft das Os lunatum und das Os triquetrum; selten sind das Os pisiforme und die Knochen der distalen Handwurzelreihe befallen.

Die Fraktur des Os naviculare bietet besondere diagnostische und therapeutische Probleme; sehr häufig werden nämlich nach wie vor die Kahnbeinfrakturen übersehen.

Fehldiagnosen und weiter eine therapeutische Inkonsequenz führen zu einer besonderen Komplikation, der Pseudarthrose des Os naviculare.

Die Behandlung der Pseudarthrose ist langwierig. Ferner gibt es noch keine absolut zuverlässige Behandlungsmethode. Gar nicht so selten kommt es zur Defektpseudarthrose und schließlich zur Arthrose des Handgelenks.

Ziel dieser Arbeit soll es sein, das Krankengut der Orthopädischen Klinik München näher zu analysieren und klinischen sowie therapeutischen Fragestellungen nachzugehen.

II. Häufigkeit der Navicularefrakturen

Nach Häufigkeit und Bedeutung steht das Os naviculare bei Verletzungen im Handgelenksbereich an erster Stelle. Mit großem Abstand folgen das Os lunatum und die anderen Handwurzelknochen. Diesbezügliche Untersuchungen liegen von SCHNEK aus der Böhler'schen Klinik, von SNODGRASS (Episcopal Hospital, Philadelphia) und KÜPPERMAN (Unfallklinik Dortmund) vor.

Eigene Beobachtungen kommen zu ungefähr gleicher zahlenmäßiger Verteilung der Frakturenhäufigkeit der Handwurzelknochen.

	<u>KÜPPERMAN</u>	<u>BÖHLER, L.</u>	<u>SNODGRASS</u>	<u>M. LANGE</u>
Os naviculare	92 %	67 %	84 %	84 %
Os lunatum	3 %	9 %	6 %	7 %
Os triquetrum	1 %	7 %	4 %	1 %
Os pisiforme	1 %	5 %	1 %	1 %
Os trapezium	1 %	6 %	2 %	3 %
Os trapezoideum	1 %	--	1 %	1 %
Os capitatum	--	3 %	1 %	2 %
Os hamatum	1 %	3 %	1 %	1 %

KÜPPERMAN konnte dabei 305 Navicularefrakturen zugrunde legen, L. BÖHLER 154, SNODGRASS 144 und M. LANGE 50.

MAATZ berichtet, daß im Vergleich zum Os naviculare, dessen Bruch bei jungen Männern häufiger gesehen wird, als der typische Radiusbruch, es sich bei den weit selteneren Brüchen der Handwurzelknochen meist nur um feine Ausrisse an den Ansatzstellen der Gelenkbänder handelt, wobei am meisten noch das Os triquetrum betroffen ist (nach STRUPPLER hauptsächlich dorsale Ausrisse),

problematisch.

Im letzten Weltkrieg kam nach BUNNEL in der amerikanischen Armee der Kahnbeinbruch sogar häufiger vor als der Radiusbruch an typischer Stelle.

KARITZKY sah bei der Kahnbeinfraktur bisweilen eine Mitschädigung des distalen Radiusendes.

III Anatomie

Das Os naviculare oder Os scaphoideum manus ist der am weitesten radial gelegene Knochen der proximalen Handwurzelreihe. Das Kahnbein besitzt eine überwiegend längliche Form. Es weist an seiner Radialseite eine Konvexität auf, ulnar zeigt es eine konkave Wölbung. Sein distalster Punkt ist das Tuberculum ossis navicularis. Gemeinsam mit dem am Lebenden ebenfalls tastbaren Tuberculum ossis multanguli maioris bildet es die Eminentia carpi radialis.

Das Os naviculare mit seinem Tuberculum ist distal vom rein seitlich vorspringenden Griffelfortsatz der Speiche in der Fovea radialis zu tasten. Gebildet wird die Fovea radialis - meist als Tabatière bezeichnet - volar von der Sehne des M. extensor pollicis brevis und der des ihm angelagerten M. abductor pollicis longus, sowie dorsal von der Sehne des M. extensor pollicis longus. Am Grunde der Tabatière ist die A. radialis zu tasten, die hier den Ramus carpeus dorsalis abgibt, der für die hauptsächliche arterielle Versorgung des Kahnbeines verantwortlich ist.

Dem Os naviculare benachbart liegt ulnar das Os lunatum sowie das Os capitatum der distalen Reihe. Proximal artikuliert es mit der distalen Gelenkfläche des Radius, distal greift das Os naviculare in eine vom Os multangulum maius und Os multangulum minus gebildete Gelenkpfanne ein.

1. Funktionelle Anatomie

Das Os naviculare bildet gemeinsam mit dem Os lunatum und dem Os triquetrum den Gelenkkopf für das proximale Handgelenk (Articulatio radiocarpea). Die Gelenkfläche wird zu etwa $\frac{3}{4}$ von der Gelenkfläche des distalen Radiusendes und zu $\frac{1}{4}$ vom Discus articularis gebildet. Radialwärts besitzt die Speiche ein eigenes Feld für das Os naviculare, ulnar davon abgegrenzt, eine artikulierende Fläche für das Mondbein. Der Gelenkkopf ist im Verhältnis größer als die Pfanne. Die Krümmungen der artikulierenden Flächen verlaufen in radioulnarer und dorsovolarer Richtung. Bei der Articulatio radiocarpea handelt es sich um ein Eigelenk. Bewegungen sind um eine quere Achse möglich, hauptsächlich findet in dem Gelenk die Volarflexion statt.

proximalen und distalen Handwurzelreihe gebildet. In ihm kommt es vor allem zur Dorsalflexion der Hand. Auf Abduktionsbewegungen wird gesondert eingegangen.

Der Verlauf der Gelenklinie im distalen Handgelenk ist bedeutend komplizierter als im proximalen. Die Krümmungen verlaufen zwar auch hier in dorsovolarer und radioulnarer Richtung, doch wird der Gelenkkopf teils von der proximalen, im wesentlichen jedoch von der distalen Reihe gebildet. So bildet das Os naviculare einen Gelenkkopf, dem das Os multangulum maius sowie das Os multangulum minus als Pfanne gegenüberstehen.

Andererseits bildet das Caput ossis capitati mit der Gelenkfläche des Os hamatum den Kopf der distalen Handwurzelreihe, der mit der ulnaren Seite des Os naviculare, dem Os lunatum und dem Os triquetrum artikuliert. Der Gelenkspalt ist also -förmig, sodaß die proximale Reihe mit der distalen verzahnt ist. Der normale Verlauf der Abwinkelungsebene im Handwurzelgelenk ist beim Kahnbein von besonderer Bedeutung. Ein Bruch führt beim Scaphoid zu gelenkmechanischen Veränderungen, die bei der Frakturversorgung zu berücksichtigen sind (Abb. 1).

Bei den Abduktionsbewegungen geht die Gelenkachse durch die Mitte des Kopfbeins. Dabei dreht sich die proximale Reihe um diese Achse. Die einzelnen Ossa carpalia dieser Reihe werden dabei mit geringer gleichzeitiger Staffelung parallel verschoben; die der distalen Reihe nur in gleicher Richtung seitlich bewegt.

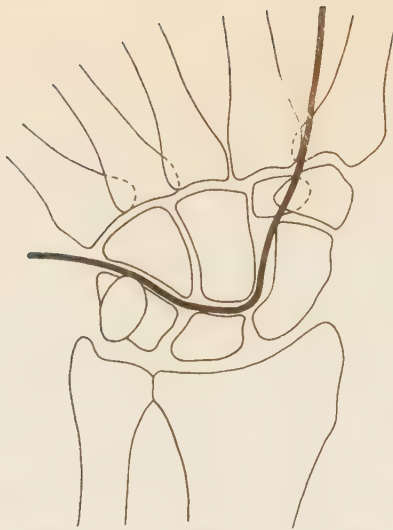


Abb. 1: Normal verlaufende Gelenklinie des Intercarpalgelenkes.

Eingehendere Betrachtung verdienen die Kippungen des Os naviculare bei den einzelnen Bewegungen des Handgelenkes. Bei Radialabduktion müssen die beiden Vieleckbeine sich dem Radius nähern können. Dabei kippen sie das Kahnbein der Quere nach. Der Kahnbeinhöcker kann in Höhe der Rascetta volar getastet werden, die Fovea radialis wird leer. Bei Ulnarabduktion liegen die umgekehrten Verhältnisse vor. Das Os scaphoideum tritt nach dorsal und füllt die Tabatière aus, unter gleichzeitiger Verschiebung nach radial.

Bei Volarflexion tritt dieselbe Kahnbeinkippung auf wie bei der Radialabduktion; hier jedoch mit dem Unterschied, daß das Mondbein und Dreiecksbein die Volarkippung mit ausführen. Bei leichter Dorsalflexion der Hand stellt sich das Os naviculare horizontal ein, bei maximaler Dorsalflexion wird die proximale Hälfte vom Radius

bedeckt. Das Kahnbein bewegt sich also bei allen Gelenkausschlägen im Handgelenk mit, ist somit der beweglichste Knochen der Handwurzelreihe.

Die Tatsache der Kahnbeinkippung bei bestimmten Stellungen des Gelenkes gewinnt große Bedeutung bei der Anfertigung von Röntgenspezialaufnahmen des Os naviculare.

2. Gefäßversorgung des Os naviculare

Die arterielle Versorgung des Os naviculare ist noch nicht endgültig geklärt trotz zahlreicher Untersuchungen (PREISER, LEXER, DELKESAMP, CAVE, LOGROSCINO, DE MARCHI, OBLETZ und HALBSTEIN, LÜTZELER und KRAMER).

Die Hauptschwierigkeit liegt in der Technik der angiographischen Darstellung beim Lebenden. Aber auch postmortale Untersuchungen sind problematisch.

Nach bisherigen Erkenntnissen erfolgt die arterielle Ernährung aus dem Ramus carpeus dorsalis art. radialis, der mit dem Ramus carpeus dorsalis art. ulnaris, dem Endast der Art. interossea dorsalis und dem Endast der Art. interossea volaris das Rete carpi dorsale bildet (v. LANZ). Die Gefäße treten vorwiegend im distalen und mittleren Drittel des Kahnbeins ein (nach L. BÖHLER und BUNNEL weist das proximale Drittel nur in 30 % der Fälle eine eigene Gefäßversorgung auf). Die feinen Verästelungen durchdringen das Ligamentum carpi transversum und bilden ein arterielles Periostnetz sowie ein ins Knocheninnere führendes endossales Arteriennetz.

Eine weitere Zufuhr erfolgt aus einem dem Ligamentum collaterale radiale entstammenden Gefäßnetz, das zum Tuberculum naviculare zieht, ferner aus einem Netz, das dem Ligamentum radiocarpeum dorsale entspringt.

Zur Versorgung des proximalen Anteils des Os scaphoideum sollen von ulnar kommende mit stärkeren Variationen behaftete Gefäßsprossungen von Wichtigkeit sein, die in den ligamentären und kapsulären Verbindungen zwischen Mondbein und Kahnbein verlaufen.

Ob Kollateralverbindungen aus dem Rete carpi volare bestehen, das sich aus dem Ramus carpeus volaris art. radialis, dem gleichnamigen Ast aus der Art. ulnaris, dem schwachen Endast der A. interossea volaris sowie aus rückläufigen Rami carpei des Arcus volaris profundus zusammensetzt, ist noch nicht objektiviert.

Eine makroskopische Orientierung bei der Beurteilung der Blutversorgung des Os naviculare bieten die Foramina nutritia, deren Anzahl im Vergleich zu den restlichen Handwurzelknochen nach LOGROSCINO und DE MARCHI hier geringer ist. Grundsätzlich finden sich die Foramina nutritia nur an Stellen, die nicht von Gelenkknorpel überzogen sind, was dorsal, volar und radial um das Tuberculum naviculare der Fall ist.

Am proximalen Ende sind nur in Ausnahmefällen kleine Foramina nutritia vorhanden.

Eigene Beobachtungen

Bei 30 Ossa navicularia fanden sich die größten Foramina nutritia volar - proximal des Tuberculum und in der Kahnbeintaille (meist 2 - 4 Öffnungen).

Etwa 5 - 10 Foramina nutritia verliefen entlang der Ansatzstelle des Ligamentum radiocarpeum dorsale auf der Streckseite des Os naviculare. An der Tuberositas bestanden durchschnittlich zwei Gefäßeintrittsöffnungen.

Nur in drei Fällen erkannte man im proximalen Drittel volar ein Foramen nutritium (Abb. 2).



Abb. 2 a: Foramina nutritia
von volar gesehen



Abb. 2 b: Ansicht von dorsal

Neue Erkenntnisse brachten die Untersuchungen von TALEISNIK und KELLY mit Hilfe der Aufhellungstechnik und Mikroangiogramme.

Technik

In die Arteria radialis wurde innerhalb einer Stunde nach Amputation eines Armes so lange eine Mischung von Natriumnitrit und Natriumchlorid injiziert bis klare Flüssigkeit aus den Venen zurücklief. Die Arteria ulnaris und die größeren Venen wurden alsdann ligiert. Um auch die kleineren venösen Rückflüsse zu verschließen, wurde oberhalb der Injektionsstelle eine Stauung angelegt. Teilweise erfolgte nun eine Füllung mit einer Mischung aus Gelatine, Natriumnitrit, Wasser und Tinte oder einer besonderen Bariumsulfat-Lösung.

Nach Einfrieren der Präparate konnten nach 4 - 7 Tagen mit Hilfe eines Präpariermikroskopes die Gefäßverläufe zum Os naviculare verfolgt werden.

Es fanden sich drei Blutgefäßgruppen.

Sie entstammen entweder mit eigenen Ästen aus der Arteria radialis oder der Arteria radialis und dem Ramus carpeus volaris. Hinsichtlich ihres Ursprungs und Eindringens in den Knochen wurden die drei Versorgungssysteme laterovolar, dorsal und distal genannt.

Die laterovolaren Gefäße - die größten der drei Gruppen - wurden dabei unmittelbar lateral und volar der mit Knorpel überzogenen Gelenkfläche gefunden, die mit dem Radius artikuliert. Sie dringen in das Kahnbein proximal der Tuberositas in einem dreieckigen, nicht vom Knorpel bedeckten Bereich auf der Volarseite und lateral in der Kahnbeintaille ein.

Der Ursprung der laterovolaren Arterien kann variieren. TALEISNIK und KELLY beobachteten, daß die laterovolaren Gefäße etwas häufiger aus der Arteria radialis stammen als aus dem Ramus carpeus volaris Arteria radialis. Es konnte jedoch auch eine gleichzeitige arterielle Zufuhr aus beiden, der Arteria radialis und ihrem oberflächlichen palmaren Ast bestehen.

Die dorsalen Gefäße kommen aus der Arteria radialis. Proximal davon gibt diese den Ramus carpeus volaris ab. Ein Eintritt in das Os naviculare erfolgt an der Dorsalseite in dem Bezirk, an dem das Ligamentum radiocarpeum dorsale ansetzt.

Die distale Gruppe zieht entlang dem Ligamentum collaterale radiale zur Tuberositas.

Sie entspringt in etwa drei Viertel der Fälle der Arteria radialis. In einem Viertel der Fälle stammen sie aus dem oberflächlichen volaren Radialisast.

Untersuchungen über den Verlauf der Gefäße im Knocheninneren mit Hilfe der Spalteholz-Technik wiesen die laterovolaren Gefäße als die wichtigste Blutversorgung aus.

Nach Eintritt in das Naviculare sahen TALEISNIK und KELLY eine Teilung in zwei bis vier längsverlaufende Hauptäste: im proximalen und mittleren Drittel ziehen diese gegen die knorpelbedeckten Oberflächen. Sie anastomosieren dabei mit Ästen der dorsalen Gefäße und bilden so immer kleiner werdende subchondrale bzw. subperiostale Arkaden.

Während sich in die Blutversorgung der beiden proximalen Drittel des Os naviculare die laterovolaren und dorsalen Gefäße teilen, erfolgt die Ernährung des der Tuberositas benachbarten Knochengewebes durch die distal eindringenden Navicularegefäße (Abb. 3).

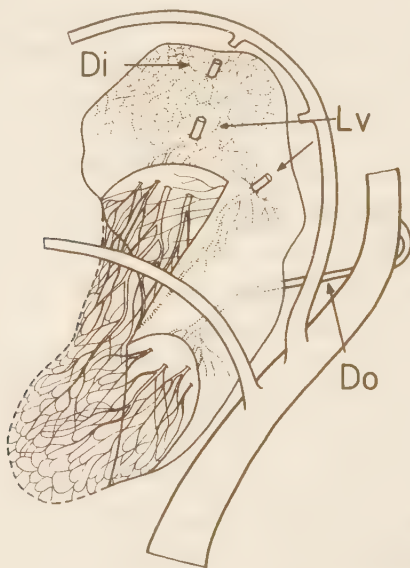


Abb. 3: Extra- und intraossäre Gefäßversorgung des Os naviculare.
Ansicht von volar (Präparatbilder s. Abb. 2, Seite 16)
Di - distale Gefäße
Lv - laterovolare Gefäße
Do - dorsale Gefäße

Diese neuen angiologischen Erkenntnisse klärten die extra- und intraossären Gefäßwege im einzelnen, wie sie anhand der Foramina nutritia nur vermutet wurden.

Die Ansammlung der Gefäß Eintrittsöffnungen volar proximal des Tuberculum und in der Kahnbeintaille entspricht den laterovolaren Gefäßen. Die Foramina nutritia für die dorsalen Gefäße verlaufen entlang der Ansatzstelle des Ligamentum radiocarpeum dorsale. In die beiden am Tuberculum ossis navicularis beobachteten Öffnungen dringen die von KELLY und TALEISNIK als distale Gruppe bezeichneten Gefäße ein.

IV. Radiologie

Eigenheiten der anatomischen Lage des Kahnbeines machen eine übersichtliche Darstellung schwierig. Die orthograde Darstellung des Kahnbeines ist aber für die Diagnose einer Fraktur notwendig.

Entwicklung des Os naviculare

Erstmalig wird das Os naviculare auf einer Röntgenaufnahme frühestens im Alter von 5 Jahren abgebildet, und zwar in Gestalt eines rundlichen Ossifikationszentrums von homogener Struktur.

Ungefähr zwei Jahre später tritt langsam die spezifische Formgestaltung auf. Gleichzeitig erfolgt der Übergang von der homogenen Struktur zur Spongiosastruktur. Um die Pubertät ist die grobe Formgebung abgeschlossen (etwa im Alter von 14 Jahren). Nach der Pubertät kommt es lediglich zu einem "Raumwachstum" (SCHMIDT, MOLL). Zu achten ist auch auf eine zweikernige Anlage des Os naviculare, wie es selten zu beobachten ist (Os naviculare bipartitum). Als Rarität ist das Os naviculare tripartitum anzuführen.

Aufnahmetechnik

Da auf rein dorsopalmaren und seitlichen Aufnahmen des Handgelenks die Navicularefrakturen häufig nicht abgebildet werden - in erster Linie spielt die Tatsache der Navicularekipfung bei Handgelenksmittelstellung eine Rolle, zum anderen die Erfahrung, daß bei gewöhnlichen Kahnbeinfrakturen der Frakturspalt anfänglich zumeist haarfein ist, ohne Verschiebung der Bruchstücke - ist es heute unbedingt erforderlich, bei klinischem Verdacht auf eine Navicularefraktur Spezialaufnahmen anzufertigen.

Bei einer möglichen Verletzung der Handwurzelknochen, was ja in den überwiegenden Fällen einer Fraktur des Kahnbeins gleichkommt, muß daher neben der dorsovolaren Übersichtsaufnahme und der frontalen seitlichen Aufnahme unbedingt eine Spezialeinstellung zur Darstellung des Os naviculare vorgenommen werden.

Im Gegensatz zur postero-anterioren Aufnahme sind die Finger hierbei nicht gestreckt, sondern zur Faust geschlossen. Die dadurch erreichte Dorsalflexion bewirkt eine waagrechte Einstellung des Os naviculare. Gleichzeitig wird die Hand mäßig bis stark ulnar abduziert, wodurch eine radiale Verschiebung des Kahnbeins erzielt wird. Ein querer Bruchspalt stellt sich bei dieser Einstellung senkrecht dar und kann im direkten Strahlengang liegend, auf dem Röntgenfilm abgebildet werden.

Da jedoch beim Kahnbeinbruch die Frakturlinie in vielen Fällen überaus fein ist, hat sich die Röntgenfeinstfokusaufnahme zur Diagnose-sicherung und -verfeinerung bestens bewährt.

Während bei der gewöhnlichen Röntgenaufnahme bei großem Fokus-Filmabstand das gewünschte Objekt möglichst nahe an den Film gebracht werden muß, um die geometrische Unschärfe möglichst klein zu halten, konnte bei der Röntgenfeinstfokusaufnahme durch Verkleinerung des optisch wirksamen Brennfleckes der Röhre auf 0,09 mm² nach dem Gesetz der geometrischen Unschärfe (s. ⁺) der Film-Objekt-abstand vergrößert und der Film-Fokusabstand verkleinert werden. Liegt das abzubildende Objekt, in unserem Falle das Os naviculare, genau in der Mitte zwischen Fokus und Film, so erfolgt eine Vergrößerung im Maßstab 1 : 2.

$$\text{Randunschärfe (mm)} = \frac{\text{FFA} - \text{FOA (cm)}}{\text{FOA (cm)}} \times \text{Größe des opt. wirks. Brennfleckdurchmessers (mm)}.$$

FFA = Filmfokusabstand

FOA = Filmobjektabstand

Neben der Vergrößerung ergibt sich durch Verminderung der Streustrahlung eine Kontrastverbesserung der Röntgenaufnahme, was als weiterer Pluspunkt der Röntgenfeinstfokusaufnahme zu werten ist. Mit Hilfe der Naviculare-Spezialaufnahme und der Feinstfokusaufnahme dürfte fast in jedem Falle ein Kahnbeinbruch objektiviert werden. Ein weiterer bedeutender Fortschritt in der Röntgendiagnostik der Navicularefraktur besteht in der von RUSSE und TROJAN angegebenen Technik, die leicht mit jedem Röntgengerät durchgeführt werden kann. Routinemäßig werden dabei bei jedem Verdacht auf eine knöcherne Verletzung des Scaphoid vier Röntgenaufnahmen angefertigt (Kahnbeinserie).

Zusätzlich zur Spezialaufnahme des Os naviculare und zur rein seitlichen Aufnahme des Handgelenks wird eine dorsopalmare Aufnahme bei Pronation des Vorderarmes von 15 bis 20 Grad und leichter Ulnarabduktion sowie als weiteres eine dorsopalmare Aufnahme bei Supinationsdrehung von 15 bis 20 Grad und Ulnarabduktion der Hand angefertigt. Bei den seltenen vertikalen Schrägbrüchen benötigt man bisweilen noch Aufnahmen in stärkerer Supinationsstellung.

Konnte auch durch diese Spezialeinstellung eine Fraktur nicht sicher diagnostiziert bzw. ausgeschlossen werden, hat sich die Durchleuchtung des Handgelenks mit dem Bildwandler des öfteren als überaus nützlich erwiesen.

Bei dringendem klinischen Verdacht auf eine Navicularefraktur ohne sichere röntgenologische Objektivierung ist es in jedem Falle gerechtfertigt, für 14 Tage das Handgelenk in einem Gipsverband ruhig zu stellen - dies ist auch bei einer Handgelenksdistorsion die zuverlässigste therapeutische Maßnahme - und dann die Röntgenuntersuchung zu wiederholen. Der bei einer bestehenden Fraktur vorliegende Bruchspalt hat sich dann infolge Knochenresorption demarkiert; er ist jetzt deutlich sichtbar.

Differentialdiagnostisch muß an das seltene Vorliegen eines Os naviculare bipartitum, das nach Beobachtungen von H. MAU auf einer dysostotischen Knochenaufbaustörung beruht, gedacht werden. Gerade bei älteren Patienten kann es infolge einer sekundären Arthrosis deformans

hauptsächlich der Gebrauchshand zu Symptomen ähnlich denen einer Navicularefraktur oder -Pseudarthrose kommen.

Typisch für das Os naviculare bipartitum ist die Doppelseitigkeit. Es empfiehlt sich deshalb bei fehlendem Unfallereignis auch Vergleichsaufnahmen der anderen Hand zu machen, um diese häufigste Entwicklungsstörung im Bereich der Handwurzel auszuschließen.

V. Die Fraktur des Os naviculare

Die heute allgemein übliche Einteilung der Navicularefrakturen erfolgt nach zweierlei Gesichtspunkten:

1. nach der topographischen Einteilung der Frakturlokalisation und
2. nach der Lage des Frakturverlaufs zur Längsachse.

Ad 1:

Am häufigsten sind die Frakturen im mittleren Drittel des Os naviculare. Sie machen etwa 70 % aller Kahnbeinbrüche aus. An zweiter Stelle stehen die prognostisch am ungünstigsten Frakturen des proximalen Drittels mit 20 %, was mit den ungünstigen Ernährungsverhältnissen zusammenhängen dürfte. 10 % betreffen die Frakturen des distalen Drittels. Eine Sonderstellung nehmen die Abrißbrüche des extraartikular liegenden Tuberculum ein. Diese Frakturen zeigen die beste Heilungstendenz (in der Böhler'schen Klinik 15 bis 20 % der Frakturen) (Abb. 4).

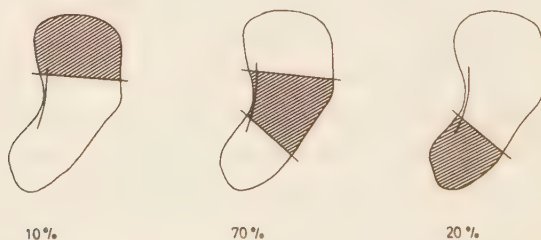


Abb. 4: Häufigkeit der Frakturlokalisation in topographischer Hinsicht

Ad 2:

Wie bereits erwähnt, biegt die Abwinkelungsebene der Articulatio intercarpea bei intaktem Naviculare entlang der ulnaren Seite des Kahnbeines nach distal ab. Liegt jedoch eine Fraktur des Scaphoid vor, ändert sich der Verlauf der intercarpalen Gelenklinie, sie geht durch den Frakturspalt (Abb. 5).

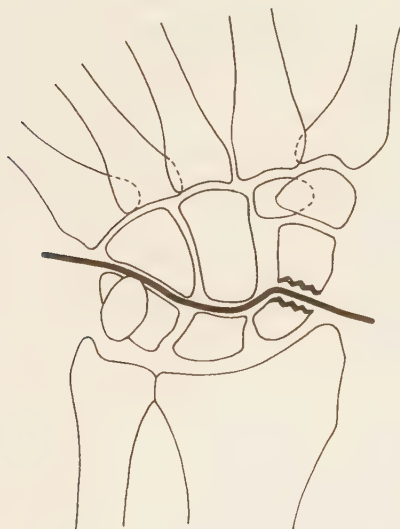


Abb. 5: Verlauf der Gelenklinie im Intercarpalgelenk bei eingetretener Navicularefraktur

Bei Ulnarflexion kommt es zu einer seitlichen Verschiebung des Kahnbeines. Bei Navicularefrakturen entsteht deshalb eine Seitverschiebung im Bruchspalt mit radialer Diastase. Bei Radialabduktion und Volar-

flexion im Handgelenk kommt es infolge der Volarkippung des Kahnbeines zu besonders ausgeprägter Verschiebung der Bruchstücke gegeneinander.

TROJAN und JAHNA brachten eine Aufstellung der Navicularefrakturtypen unter Berücksichtigung der Längsachse des Kahnbeines unabhängig von der Lokalisation.

Die günstigste Heilungstendenz weist der horizontale Schrägbruch auf, der in etwa 40 % der Frakturfälle vorkommt. Bei der Ruhigstellung treten hierbei nur Druckkräfte auf, die für die knöcherne Konsolidierung förderlich sind. Am häufigsten beobachteten TROJAN und JAHNA den Querbruch (55 %). Hierbei können im Gipsverband Kipp-, Schub- und Scherkräfte entstehen. Es kann unter Umständen zur Ausheilung mit Fehlgelenksbildung kommen.

Beim vertikalen Schrägbruch (Häufigkeit 5 %) ergeben sich am häufigsten Komplikationen (Abb. 6).



Abb. 6: Angaben zur Häufigkeit der Frakturlinie in Beziehung zur Längsachse des Os naviculare (eigene Ergebnisse)

Neben diesen Querfrakturen des Os naviculare kommen Zertrümmerungsfrakturen vor, bei denen das Kahnbein in viele kleine Stücke geborsten ist (KARITZKY). Sie müssen unter Extension und Druck auf die Bruchstelle reponiert werden.

Eine Übergangsform zwischen frischen Navicularefrakturen und Pseudarthrosen wird als veralteter Kahnbeinbruch bezeichnet. Das Unfallereignis darf dabei in der Regel nicht mehr als drei Monate zurückliegen; eine vollständige Abdeckelung der Bruchenden ist dabei noch nicht erfolgt. Durch extrem lange Gipsruhigstellung (bis zu zwölf Monate) dürfte in der Mehrzahl der Fälle eine knöcherne Heilung erzielt werden (DÜBEN, JAHNA).

Bleibt die knöcherne Konsolidierung aus, sei es durch Nichterkennen der Fraktur oder infolge ungenügender Ruhigstellung, so entsteht die Navicularepseudarthrose. Diese kann einer Ausheilung nur durch operative Maßnahmen und anschließender langzeitiger Immobilisation zugeführt werden.

VI. Unfallmechanismus der Kahnbeinfraktur

Als häufigste Ursache der Navicularefraktur infolge eines indirekten Traumas ist der Sturz auf die dorsalflektierte Hand zu beobachten. Dabei wird die proximale Kahnbeinhälfte vom Radius bedeckt und das Handgelenk nach dorsal und radial gepreßt, sodaß das Tuberculum die stärkste Gewalteinwirkung erfährt. Der spitze Processus styloideus radii und die dorsale Radiuslippe drücken als Keil gegen die Mitte des Kahnbeines, das im Zentrum eine Einschnürung mit weitmaschiger Spongiosa besitzt, und bewirken durch Hebelkraft einen queren Bruch.

Ätiologisch kann der Kahnbeinfraktur jedoch auch ein direktes Trauma zugrunde liegen. Als solches wären ein Kurbelrückschlag, z. B. beim Anlassen von Motoren, auf die Hand oder etwa eine Einklemmung der Handwurzel in dorsovolarer Richtung zu nennen.

Diesen Unfallmechanismus berichtete ein Patient:

Beim Schieben einer Schubkarre stürzte diese um und fiel auf die rechte Hand. - Zunächst Schmerzen und Schwellung im Bereich des fünften Strahles. Röntgendiagnostisch ergab sich kein sicherer Anhalt für knöcherne Verletzung im Bereich der Handwurzel. - Trotzdem Unterarmgipsverband. Nach 14 Tagen Druckschmerz in der Tabatière, Bewegungsschmerz; auf der angefertigten Naviculare-Spezialaufnahme und Feinstfokusaufnahme ist jetzt ein querer Frakturspalt zu erkennen.

Navicularegips mit Einschluß des Daumengrundgliedes bis zum Durchbau der Fraktur (insgesamt sechs Wochen ruhiggestellt).

Komplizierte Brüche können durch Sägeschnittverletzungen entstehen (REHBEIN).

Von anatomisch-funktioneller Seite erklärt sich die leichte Verletzlichkeit des Os naviculare noch dadurch, daß das Scaphoid die beiden

Handwurzelreihen überbrückt; dabei verschiebt sich die distale Handwurzelreihe gegenüber der proximalen, die unter dem Radius fixiert ist, nach dorsal, sodaß es zum Bruch kommt.

SCHNEK konnte zeigen, daß ein großer Processus styloides radii einen Kahnbeinbruch begünstigen kann (sog. SCHNEK'SCHER KONSOLENRADIUS).

Eine Disposition für den Schiffbeinbruch schafft ferner noch eine Radiusminusvariante sowie eine Steilstellung des dorsovolaren Neigungswinkels der Radiusgelenkfläche.

Als seltene Entstehungsursache einer Navicularefraktur kann noch das chronische Trauma erwähnt werden. Nach LAARMANN bildet sich z. B. bei langjährigen Arbeiten mit dem Preßlufthammer zunächst eine Ermüdungscyste im Naviculare aus, die zur Ermüdungsfraktur und nachfolgender Pseudarthrose führen kann. Die traumatische Degeneration infolge des Arbeitens mit dem Preßluftgerät wird jedoch häufiger am Os lunatum beobachtet (Lunatummalazie).

VII. Symptome

1. Klinische Symptome

Jeder Sturz auf die Hand oder eine direkte Gewalteinwirkung kann zur Fraktur des Os naviculare führen. Bisweilen besteht bei eingetretenem Kahnbeinbruch so geringfügige Schmerzhafteigkeit, daß das Aufsuchen eines Arztes für nicht erforderlich gehalten wird. Des öfteren erscheint der Patient erst in der Sprechstunde, wenn nach einigen Tagen die "Prellung" noch nicht abgeklungen ist und eine schmerzhafte Bewegungseinschränkung besteht.

In den meisten Fällen wird aber besonders nach Berufs- und Sportverletzungen sofort ärztliche Behandlung in Anspruch genommen. Nach der Exploration, bei der am häufigsten der Sturz auf die dorsalflektierte Hand angegeben wird, zeigt sich bei Inspektion eine Schwellung des Handgelenks, besonders im Bereich des Scaphoid. In fast jedem Falle findet sich bei der klinischen Untersuchung eine Druckschmerzhafteigkeit der Tabatière und volar oberhalb der Basis des Metakarpale I. Bewegungen im Handgelenk lösen nicht immer Schmerzen aus.

Auffällig ist eine meist erhebliche Bewegungseinschränkung, besonders im Sinne der Dorsalflexion.

Eine schmerzhaft eingeschränkte oder sogar aufgehobene Radialabduktion beobachtet man nicht selten. Manchmal erfährt auch im Vergleich zur gesunden Seite die Volarflexion eine Bewegungseinschränkung. Die Ulnarabduktion wird nur sehr selten beeinträchtigt.

Eine Stauchung in der Daumenachse oder gelegentlich auch des zweiten Strahls kann einen erheblichen Druckschmerz hervorrufen (bei Frakturen

des Mondbeins besteht eher ein Stauchungsschmerz des dritten Strahls, bei sonst ähnlichen klinischen Symptomen).

Sehr oft weist die verletzte Hand eine deutliche Herabsetzung der groben Kraft im Vergleich mit der gesunden Seite auf.

Trotz dieser typischen Symptome ergibt das klinische Bild nur Verdachtsmomente. Die Diagnose muß durch das Röntgenbild gesichert werden.

2. Röntgenbefund

Die radiologische Untersuchung muß stets gründlich nach festgelegten Richtlinien erfolgen (Naviculare-Spezialaufnahme, Feinstfokusaufnahme, Kahnbeinserie).

Die Frakturlinie kann bei eingetretenem Kahnbeinbruch haarfein, mitunter anfangs trotz einwandfreier Röntgentechnik und Spezialaufnahmen nicht zu unterscheiden sein. Eine spätere Resorption der Frakturenenden läßt dann oft die Fraktur erst 10 bis 14 Tage nach dem Unfall objektivieren (Abb. 7).



a)



b)

Abb. 7: Pat. R. G. 29 J.

a) auf der unmittelbar
nach dem Unfallereig-
nis angefertigten Rö-
Feinstfokusaufnahme
kein Anhalt für Fraktur

b) 8 Tage später infolge
Resorption Frakturspalt
demarkiert

Meist jedoch ist die Frakturlinie zu unterscheiden, die Corticalis ist unterbrochen.

Man hüte sich aber, nur aufgrund einer Corticalisunterbrechung auf eine sichere Fraktur zu schließen. Ein zufällig getroffenes Foramen nutritium kann zur Fehldiagnose Anlaß geben.

Liegt eine Dislokation der Fragmente vor, erkennt man die Naviculare-fraktur unschwer. Schwierigkeiten jedoch bietet die Abgrenzung der Pseudarthrose, die erneut traumatisiert wurde. Abdeckelung der Frakturenenden, Cystenbildungen und Verdichtungen bzw. Atrophie eines Fragmentes geben wichtige Hinweise.

Besondere Probleme bestehen bei der Beurteilung des Frakturzeitpunktes. Anamnestische Hinweise müssen Verwertung finden (Analyse und Beurteilung der Art des Unfallereignisses). Aus der röntgenologisch erkennbaren Lokalisation und der Art der Fraktur (horizontaler Schrägbruch, Querbruch und vertikaler Schrägbruch) ergeben sich therapeutische und prognostische Hinweise.

VIII. Behandlung der Navicularefraktur

Grundsätzlich ergeben die Erfahrungen verschiedener Autoren (L. BÖHLER, SNODGRASS, KÜPPERMAN, M. LANGE), daß die Navicularefraktur fast immer mit konservativen Maßnahmen zur Heilung zu bringen ist.

Selbstverständlich hängt der Erfolg vom Beginn der Behandlung, von der Art und Dauer der Behandlung ab. Einheitliche Richtlinien der Therapie sind, - wie sich bei der Durchsicht der Literatur ergibt, - bis jetzt nicht festgelegt. Man ist sich heute jedoch einig, daß die Ruhigstellung unverzüglich und ausreichend sein muß.

Von historischem Interesse ist, daß H. LOSSEN 1897 über die Behandlung der Navicularefraktur noch keine konkreten Angaben machte. Nach LOSSEN hängt die Prognose der Frakturen des Carpus und Metacarpus, die in der Regel durch unmittelbare Gewalteinwirkung (Auffallen, schwerer, kantiger Körper, Maschinenverletzungen), zuweilen auch durch Sturz auf die geballte Faust, entstehen, vom Zustand der Weichteile ab. Geschlossene Brüche ohne erhebliche Weichteilquetschung heilen in zwei bis drei Wochen aus; die Gebrauchsfähigkeit der Hand erfährt keine wesentliche Beeinträchtigung. Die Behandlung nicht offener Frakturen der Ossa carpi und metacarpi macht die Lagerung auf einer passenden Handschiene aus Holz, Eisenblech oder plastischer Pappe notwendig. Nach 1910 weist H. HELFERICH lediglich darauf hin, daß Carpal- und Metacarpalbrüche häufiger anzutreffen sind als angenommen wird. Sie werden meist als Contusio oder Distorsio abgetan. MATTI veröffentlichte 1922, daß bei den einfachen Navicularefrakturen die Vereinigung der Bruchstücke meist bindegewebig erfolgt. Sobald die Fragmente jedoch einigermaßen den Bruchflächenkontakt verloren haben, kommt es zur Ausbildung einer Pseudarthrose. Desgleichen, wenn ein Fragment von der, die Blutversorgung vermittelnden Kapsel abgeschnitten, in seiner Ernährung leidet. Aus der bindegewebigen Heilung würden keine Beschwerden resultieren. MATTI ist der Meinung, daß eine mobilisierende Behandlung sinnvoll ist. Wo starke Schmerzhaftigkeit infolge großer Blutergüsse in das Gelenk primärer Massage und Bewegungsübungen entgegen stehen, empfiehlt sich zunächst eine Beseitigung des Hämatoms durch Punktion und anschließende Applikation von feuchten Kompressen bei gleichzeitiger Ruhigstellung des Handgelenkes während ein bis zwei Tagen. Luxierte Fragmente soll man primär reponieren, gegebenenfalls

operativ.

1932 beobachtete LÜTZELER, daß in der dürftigen Gefäßversorgung die Hauptursache für die Pseudarthrosenbildung zu sehen sei. Bei 117 Kahnbeinfrakturen, die drei bis vier Wochen ruhiggestellt wurden, und anschließender sechswöchiger Übungsbehandlung, sah er bessere Ergebnisse als bis dahin beschrieben.

Heutzutage ist die ununterbrochene Ruhigstellung bis zur vollständigen knöchernen Konsolidierung die Therapie der Wahl.

KARITZKY empfiehlt nur bei Zertrümmerungsbrüchen die Reposition unter kräftiger Extension und gleichzeitigem Druck auf die Bruchstelle.

Bei Querbrüchen, bei denen meist keine nennenswerte Verschiebung besteht, ist lediglich eine konsequente und langdauernde Ruhigstellung mit dorsaler Gipsschiene für mindestens 10 bis 12 Wochen nötig, bei veralteten Brüchen oder verzögerter Heilung sogar bis zu 24 Wochen. Das Handgelenk steht dabei in leichter Dorsalflexion. Der Gipsverband reicht vom Ellbogen bis zu den Fingergrundgelenken. KARITZKY sah keine Navicularepseudarthrose mehr, seitdem die frischen Frakturen konsequent so lange ruhiggestellt wurden, bis röntgenologisch der Bruchspalt fest durchgebaut war, was bis zu 16 oder gar 26 Wochen in Anspruch nehmen konnte.

BUNNEL berichtet, daß bis etwa 1940 die Behandlung in der Exstirpation bestand. Es konnte aber bewiesen werden, daß nur die Ruhigstellung im ungepolsterten Gipsverband eine vollständige Heilung bewirkt. Dabei ist die Stellung der Hand von untergeordneter Bedeutung, was die vollkommen knöchernen Heilungserfolge bei in verschiedener Stellung eingegipsten Brüchen beweisen, sofern sie nur lange genug ruhiggestellt wurden. Bei freigelegter Handwurzel bewirkt weder Abduktion des Handgelenkes noch des Daumens eine Annäherung der Bruchstücke aneinander. Nur durch Stauchung des ersten und fünften Strahls werden die Fragmente aufeinander gepreßt. Ratsam sei es jedoch trotzdem, eine, die Bruchheilung begünstigende Funktionsstellung

der Hand zu wählen (leichte Dorsalflexion und Ulnarabduktion bei mäßiger Opposition des Daumens).

Der ungepolsterte, genau anmodellierte Gipsverband reicht dabei von den Fingergrundgelenken und der distalen Hohlhandbeugefalte fast bis zum Ellbogen, sodaß die Mittelhand und drei Viertel des Unterarms einbezogen sind. Die beiden Daumenphalangen werden dabei frei gelassen. Die Hand soll häufig bewegt werden. BUNNEL berichtet weiter, daß durch zwei, in das Kahnbein eingebohrte, gekreuzte Kirschnerdrähte die Ruhigstellung gefördert werden kann. Die durchschnittliche Heilungsdauer beträgt zwölf Wochen. Die Ruhigstellung muß jedoch so lange fortgesetzt werden, bis röntgenologisch die Bruchheilung eingetreten ist.

COMPERE stellt einen Kahnbeinbruch mit einem Unterarm-Handgips mit Einschluß des Daumens in leichter Dorsalflexion und Radialabduktion bis zur endgültigen Konsolidierung durchschnittlich acht bis zehn Wochen ruhig. Gelegentlich kann es jedoch bis zu sechs Monate dauern.

HAINZL empfiehlt einen Navicularegips mit Einschluß des Daumens bis zur Beugefalte des Endgliedes, der von den Fingerknöcheln und der distalen Hohlhandbeugefalte bis zum Ellbogen reicht. Nach zwölf Wochen entscheidet dann das Röntgenbild, ob eine knöcherne Heilung erfolgt ist. Es gelten dabei folgende Kriterien: Die Fraktur ist fest, wenn der Bruchspalt durch kallöse Überbrückung verschwunden ist. Oft ist jedoch der Bruchspalt noch zu sehen, wobei die Ränder eine leichte Verdichtung zeigen; dies ist kein Zeichen der Pseudarthrose. Finden sich derartige Streifen, so kann die Fraktur als mit Kallus überbrückt gelten.

WATSON-JONES hält die Ruhigstellung im Unterarm-Handgipsverband unter Einschluß des Daumens zumindest bis zum Grundgelenk erforderlich.

Günstiger sei jedoch eine Einbeziehung des Daumengrundgelenks und der Grundphalanx. Die Ruhigstellung muß ununterbrochen so lange fortgesetzt werden, bis die Fraktur durchgebaut ist, was normalerweise acht bis zehn Wochen dauert, gelegentlich jedoch auch acht bis zehn Monate.

Die gebräuchlichste Behandlungsart scheint heutzutage der Unterarmgips mit Einschluß des Daumengrundgliedes zu sein.

Distal reicht der Gips in die Hohlhand bis zur Linie der Fingergrundgelenke, dorsal bis zu den Fingerknöcheln. Der Oberarm bleibt frei (M. LANGE, MAATZ). Ist der Gipsverband zu weit geworden, was bereits nach einwöchiger Ruhigstellung eingetreten sein kann, muß unverzüglich ein Gipswechsel vorgenommen werden.

Es sind deshalb häufige Zwischenkontrollen ratsam. Oft kommt es auch vor, daß frisch angelegte circuläre Gipsverbände nach kurzer Zeit erstaunlich ramponiert sind.

Die größte Anzahl von Navicularefrakturen überblickt wohl die BÖHLER'SCHE Schule. Schon 1920 stellte L. BÖHLER Richtlinien für die Behandlung der Navicularefraktur auf, die auch heute noch zutreffen. Durch zwei vergleichende Behandlungsserien, einmal mit und einmal ohne Einschluß des Daumens, glaubt L. BÖHLER auf den Daumeneinschluß verzichten zu können. L. BÖHLER, TROJAN, JAHNA und RUSSE empfehlen jetzt bei horizontalen Schrägbrüchen und bei Querbrüchen, die etwa in sechs Wochen ausheilen, eine Ruhigstellung zunächst mit dorsaler Gipsschiene ohne Einschluß des Daumens. Bei ungestörter Durchblutung wird am nächsten Tag eine ungepolsterte palmare Gipsschiene angelegt und der Gips anschließend zirkulär ergänzt. Manchmal ist bei den vertikalen Schrägbrüchen eine Ruhigstellung im Faustgips nach REHBEIN und DÜBEN für einen Zeitraum von zwölf Wochen zweckmäßiger, insbesondere bei Jugendlichen, bei

denen ein einfacher Gipsverband nach einer Woche oft erheblich ramponiert ist. Beim Faustgips bleiben lediglich die Fingerkuppen frei. Auf diese Weise soll die bei frei gelassenen Fingern beim Faustschluß auftretende Mitinnervation der antagonistisch tätigen Handmuskeln, die über das Vieleckbein eine Krafteinwirkung auf das distale Bruchstück ausüben, vermieden werden. Gleichzeitig wird die beim Faustschluß auftretende, Diastase fördernde Ulnarabduktion ausgeschaltet. Grundsätzlich ist auch zu erwägen, wie von VERDAN angegeben, das Ellbogengelenk mit in den Gips einzubeziehen, um die durch Umwendebewegungen der Hand hervorgerufenen Bewegungsmomente im Frakturbereich zu vermeiden. Die Mitimmobilisation empfiehlt sich zumindest für die ersten sechs Behandlungswochen.

Bei Frakturen mit einer primären Diastase, bei vertikalen Schrägbrüchen und bei Frakturen mit einem kleinen proximalen Fragment besteht heute die Möglichkeit, die primäre Osteosynthese durchzuführen, wie sie von MAATZ, DANIS, McLAUGHLIN und BÜHLMANN bereits mit Erfolg vorgenommen wurde.

Die Fixierung besonders kleiner proximaler Fragmente erweist sich jedoch nicht als günstig, da keine genügende Stabilität erzielt werden kann.

IX. Beobachtungen am Krankengut der Orthopädischen Klinik München

Von 1950 bis 1965 wurden an der Orthopädischen Klinik München 300 Naviculäreverletzungen beobachtet. Davon waren 250 Pseudarthrosen. Mangelhafte Diagnose und nicht entsprechende Behandlung oder bei erfolgter Diagnose eine inkonsequente Behandlung kommen für die Entstehung dieser Komplikation in Frage.

Das Krankengut einzelner Kliniken unterscheidet sich offensichtlich. In die Orthopädische Klinik kommen, wie auch unsere Beobachtungen zeigen, nunmal hauptsächlich Spätzustände.

1. Verletzungsalter

Das Verletzungsalter der Patienten, die sich mit einer frischen Fraktur des Kahnbeines in unsere Behandlung begaben, lag vor allem zwischen dem 16. und 30. Lebensjahr (Abb. 8).

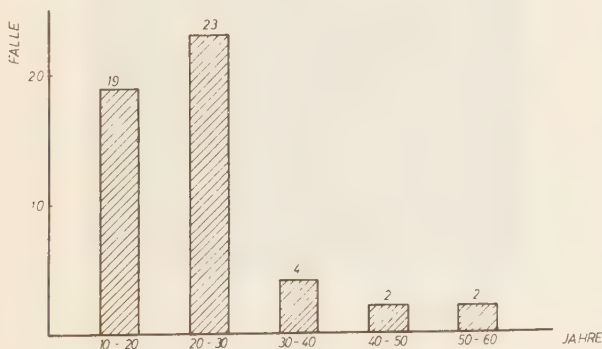


Abb. 8: Verletzungsalter bei Navicularefrakturen

Betroffen sind bei dieser Verletzung fast ausschließlich Männer. Nur in 2 % der Fälle fanden wir den Kahnbeinbruch bei Frauen. Diesbezügliche Äußerungen konnten wir in der Literatur auch bei BUNNEL und MAATZ finden. MAATZ schreibt, daß die Navicularefraktur besonders bei jungen Männern häufiger sei als der typische Radiusbruch. Nach BUNNEL sah man den Kahnbeinbruch sehr oft bei jungen Soldaten.

Der älteste Patient, der mit einer frischen Fraktur des Scaphoid in unsere Behandlung kam, war 52 Jahre alt, der jüngste 14 Jahre. (Abb. 9)



Abb. 9: Pat. N.

Vertikaler Schrägbruch bei einem 14-jährigen Jungen. Spongiosastruktur der Handwurzelknochen bereits zu erkennen; Raumwachstum nicht abgeschlossen.

2. Kindlicher Kahnbeinbruch

Da sich röntgenologisch der Knochenkern des Naviculare erst etwa ab dem fünften Lebensjahr abbildet, ist die Röntgendiagnostik des Kahnbeinbruches vor diesem Zeitpunkt nicht möglich. Nach EHALT dürfte es infolge der knorpeligen Beschaffenheit vorher auch nicht zu einer Verletzung kommen. Der jüngste Fall, den EHALT zu sehen bekam, war zehn Jahre alt. In der BÖHLER'SCHEN Schule wurden innerhalb von sieben Jahren zehn Fälle kindlicher Kahnbeinbrüche im Alter von 9 bis 14 Jahren behandelt. Die von SCHNEK geäußerte Ansicht, daß vor Verschuß der Wachstumsfugen keine Navicularefrakturen vorkommen, ist damit überholt. HUMBURG, der sich mit der kindlichen Fraktur des Scaphoids näher befaßte, stellte fest, daß der Tuberositasabriß beim nicht ausgewachsenen Organismus häufiger vorkommt als beim Erwachsenen. Nach MACROSSON soll es sich dabei um einen Ausriß des Ligamentum carpi radiale handeln, während es sich nach EHALT um einen Ausriß des Ansatzes der Sehne des M. flexor carpi radialis handeln soll. Die knöcherne Heilung der kindlichen Kahnbeinbrüche im Gipsverband erfolgt durchschnittlich in vier bis sechs Wochen.

3. Art der Fraktur und Entstehung

Unterschiedlich häufig wurden die einzelnen Frakturformen gesehen. Am Krankengut der Orthopädischen Klinik läßt sich folgende tabellarische Darstellung aufzeigen:

Horizontaler Schrägbruch	40 %
Querbruch	50 %
Vertikaler Schrägbruch	5 %
Abrißbruch der Tuberositas	5 %.

Von Interesse ist dabei zu erfahren, was ursächlich für die Fraktur-entstehung in Frage kommt.

Die Sportverletzung dominiert. Wir sahen diese Verletzung bei mehr als 20 % unserer Patienten nach Sturz auf die dorsalflektierte Hand beim Fußballspielen. Es entsteht dabei hauptsächlich der Querbruch (Abb. 10). Auf jeweils vier beobachtete Querfrakturen traf nur immer ein horizontaler Schrägbruch.



Abb. 10: Pat. L.J. 22 J.

Querbruch beim Fußballspiel zugezogen. Nach 12-wöchiger konsequenter Ruhigstellung Konsolidierung der Fraktur.

Umgekehrt fällt auf, daß bei den fast ebenso oft gesehenen Frakturen nach Sturz von zweirädrigen Fahrzeugen etwa das gleiche Verhältnis zugunsten der horizontalen Schrägbrüche besteht.

Möglicherweise spielt für die Entstehung der Frakturform beim Sturz die Beschaffenheit der Aufschlagstelle eine Rolle. Der Sturz auf weichen und federnden Fußballrasen scheint den Querbruch zu begünstigen, während beim Fall auf härteren Untergrund (asphaltierte, betonierte Straße, Kopfsteinpflaster etc.) häufiger der horizontale Schrägbruch beobachtet werden kann (Abb. 11).



Abb. 11: P. R. 23 J. Horizontaler Schrägbruch

Nur in drei Fällen entstand der Bruch des Scaphoid durch direkte Gewalteinwirkung:

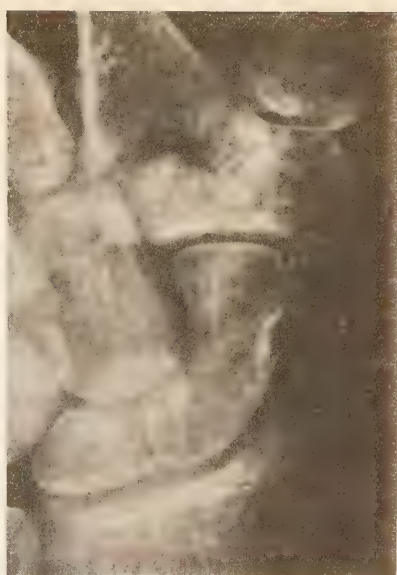
In einem Fall kam es zur Fraktur durch Kurbelrückschlag, ein andermal durch Schlag mit einem Hammer auf das Kahnbein. Bei einem Patienten sehen wir eine Navicularefraktur infolge Einklemmung der Handwurzel in dorsovolarer Richtung durch eine umstürzende Schubkarre.

Einen vertikalen Schrägbruch sahen wir einmal nach einem Autounfall (nach 12-wöchiger Ruhigstellung Konsolidierung der Fraktur) und ein andermal nach einer beim Fußballspiel zugezogenen Verletzung (Abb. 12). Hier kam es nach sechs Wochen zu einem Durchbau des Bruches.



Abb. 12: W. W. 18 J. Vertikale Schrägfraktur (Fußballverletzung)

In zwei Fällen fand sich ein Abriß der Tuberositas infolge Sturz auf die Hand. Während es bei dem einen Patienten nach sechs Wochen zu einer vollkommenen Frakturkonsolidierung gekommen war, erforderte der andere Casus eine Ruhigstellung von 14 Wochen (Abb. 13).



a)

b)

Abb. 13: Pat. L. H.

a) Abriß der Tuberositas

b) Nach 14-wöchiger Ruhigstellung hat die Tuberositas wieder festen knöchernen Anschluß gefunden

Ein Abriß der Tuberositas im Kindes- oder Jugendalter wurde in der Orthopädischen Klinik München nicht gesehen.

4. Begleitverletzungen

KARITZKY sah bisweilen bei einer Navicularefraktur eine Mitschädigung des distalen Radiusendes. Wir konnten bei unseren Patienten in vier Fällen Begleitverletzungen im Bereich der oberen Extremität feststellen:

Eine typische Radiusfraktur kam in einem Fall zur Beobachtung:

Lediglich die Radiusfraktur wurde alio loco erkannt und ruhiggestellt. Der Patient wurde von uns weiterbehandelt und erhielt wegen des zusätzlich vorliegenden horizontalen Schrägbruches einen Unterarmgipsverband mit Einschluß des Daumengrundgliedes bis zur knöchernen Heilung nach insgesamt elf Wochen.

Zwei der Patienten zeigten neben einer Navicularefraktur einen Radiusbruch sowie einen Abriß des Processus styloides ulnae (Abb. 14).



Abb. 14: Pat. H.F. 17 J. Querbruch des Naviculare, Stauchungsbruch des Radius und Abriß des Processus styloides ulnae

In einer Mitinfraktion des Radiusköpfchens sahen wir einmal eine nicht alltägliche Begleitverletzung. Im Oberarm-Naviculare-Gipsverband erwies sich der Heilverlauf komplikationslos.

Anzuführen bleibt schließlich noch der DE QUERVAIN' SCHE Verrenkungsbruch. Das proximale Kahnbeinstück ist dabei mit dem Mondbein in Verbindung geblieben, während das distale Fragment mit den übrigen Handwurzelknochen gegenüber dem Mondbein nach dorsal sich verrenkt. Auf der seitlichen Röntgenaufnahme des Handgelenks ist diese Luxationsfraktur unschwer zu erkennen (Abb. 15). Hier muß selbstverständlich reponiert werden, was meist durch Dauerzug einfach gelingt. Anschließend ist so lange eine Immobilisation im Naviculare-Gipsverband notwendig, bis der Kahnbeinbruch konsolidiert ist.



Abb. 15: DE QUERVAIN' SCHER Verrenkungsbruch

5. Behandlung der Navicularefraktur

Grundsätzlich wurden die Patienten nach Richtlinien behandelt, wie sie im neuen Lehrbuch der Traumatologie von M. LANGE dargelegt wurden. Nach den Erfahrungen an der Orthopädischen Klinik in München genügt eine konservative Behandlung in jedem Fall. Bei einer frischen Fraktur wird sofort ein zirkulärer ungepolsteter Unterarmhandgips angelegt mit Einschluß des Daumengrundgliedes. Das Handgelenk erfährt eine geringfügige Volarflexion (170 Grad) und Radialabduktion. Distal reicht der Gips bis zu den Fingerknöcheln, palmar bis zur Fingergrundgelenkslinie. Ein Spalten des Gipsverbandes ist nur ausnahmsweise notwendig. Der Faustgips nach REHBEIN-DÜBEN gelangt nur bisweilen bei vertikalen Schrägbrüchen in Anwendung. Bei 50 frischen Navicularefrakturen sahen wir bei dieser Behandlung nur eine Pseudarthrose einer Querfraktur.

8 Tage nach dem Frakturereignis kam die Patientin mit vollkommen zerbrochenem Gips zur Nachschau. Erneute Ruhigstellung. 8 Wochen nach dem Unfall hat die Patientin den Gipsverband selbständig, entgegen ärztlichen Rat entfernt und zu arbeiten begonnen. Röntgenologisch war zu diesem Zeitpunkt die Fraktur nicht durchgebaut (Pat. R. Z. 19 J.).

Bei sehr temperamentvollen und kräftigen Patienten halten wir den Einschluß des Ellenbogengelenkes und des Oberarmes in den Gipsverband für sehr nützlich, denn nur so können die bei Supination und Pronation auftretenden Mitbewegungen des Os naviculare bzw. der Bruchstücke gegeneinander verhindert werden. Ganz besonders gilt dies bei veralteten Navicularefrakturen, vertikalen Schrägbrüchen und auch gespannten Navicularepseudarthrosen.

6. Ruhigstellung und Heilverlauf

Bezüglich der Ruhigstellungsdauer erschienen uns die allgemein in der Literatur angegebenen Werte als etwas zu niedrig. Am häufigsten beobachteten wir eine Konsolidierung zwischen der 10. und 14. Woche nach der knöchernen Verletzung. Ein Fünftel der Frakturen war nach 6 bis 10 Wochen durchgebaut. Die am längsten erforderliche Immobilisation betrug 23 Wochen. Die durchschnittliche Ruhigstellungsdauer beim horizontalen Schrägbruch lag bei uns bei 10 Wochen, während das Mittel beim Querbruch 13 Wochen betrug. Die geringe Anzahl der Fälle bei Tuberositasabrissen und vertikalen Schrägbrüchen läßt eine diesbezügliche Aussage nicht zu.

Der Zeitpunkt, zu dem die Behandlung als abgeschlossen gelten kann, hängt vom Röntgenbefund ab.

Eine Navicularefraktur gilt als fest, wenn der Bruchspalt durch kallöse Überbrückung nicht mehr sichtbar ist, oder wenn bei noch sichtbarem Bruchspalt die Ränder eine streifenförmige Verdichtung zeigen.

Bisweilen kommt es bei einem Kahnbeinbruch während der Ruhigstellung zu einer Verdichtung des proximalen Fragmentes infolge beeinträchtigter Ernährung. Anhand einiger Röntgenaufnahmen sei dies aufgezeigt (Abb. 16 a - d). In jedem Fall dürfte es jedoch zu einer komplikationslosen Knochenheilung kommen, wenn nur zielstrebig ruhiggestellt wird. Untersuchungen von TRUETA zeigten nämlich, daß Gefäßeinsprossungen in den Knochen bis in eine Tiefe von 12 mm dringen können.

Abb. 16 a - d: Pat. F. K.H. 29 J.

Beim Sturz mit dem Fahrrad zog sich der Patient eine Navicularefraktur zu (horizontaler Schrägbruch, Abb. 16 a). Gleichzeitig bestand eine Infraktion des Radiusköpfchens. Nach 7 Wochen Ruhigstellung im Oberarm-Naviculare-Gipsverband erkennt man den Bruchspalt noch deutlich, das proximale Fragment erweist sich als deutlich kalkdichter (Abb. 16 b). Nach nochmaliger 4 1/2-wöchiger Ruhigstellung ist die Fraktur jetzt knöchern konsolidiert, beginnende Revaskularisation ist zu erkennen (Abb. 16 c). Die einen Monat später angefertigte Kontrollaufnahme zeigt weitere Abnahme des proximalen kalkdichten Anteils (Abb. 16 d).



Abb. 16 a: Horizontaler
Schrägbruch



Abb. 16 b: Bei deutlich sichtbarem
Bruchspalt, proximales
Fragment erheblich
kalkdichter



Abb. 16 c, d: Frakturspalt durchgebaut. Zunehmende Revaskularisation

X. Diskussion

Die Diagnose der Navicularefraktur verlangt eine exakte Berücksichtigung des klinischen und radiologischen Befundes, wobei anamnestische Angaben (indirekte oder direkte Verletzungsmechanismen), der Befund (Druckschmerz, Stauchungs- und Bewegungsschmerz) und radiologische Veränderungen (Konturenunterbrechung mit horizontal-, quer- oder vertikal verlaufender Bruchlinie) beachtet werden müssen.

Besondere diagnostische Vorteile bringt die Möglichkeit des Vergleiches mit der gesunden Seite, was vielfach nicht entsprechend wahrgenommen wird.

Die Therapie der Navicularefraktur bringt nach wie vor besondere Probleme. Im allgemeinen ist man der Meinung, daß die Fraktur so lange ruhiggestellt werden muß, bis ein Durchbau der Fraktur, der sich radiologisch objektivieren läßt, eingetreten ist.

Die Ruhigstellung wird meist ausreichend gewährleistet im Unterarmgipsverband unter Einschluß des Daumens. Sicherer erfolgt die Ruhigstellung ohne Zweifel im Faustgips nach REHBEIN und DÜBEN, gegebenenfalls sogar bei adipösem Unterarm unter Einschluß des Ellenbogens. Nachteile einer Ruhigstellung, selbst über 12 oder mehr Wochen sind uns nicht bekannt. Beim Eingipsen ist zu berücksichtigen, daß die Frakturrenden am besten sich in mäßiger Volarflexion (170 Grad) und Radialabduktion berühren.

Günstigstenfalls heilen horizontale Schrägfrakturen nach sechs Wochen, Querfrakturen bedürfen regelmäßig einer Ruhigstellung von 12 Wochen etwa. Vertikale Schrägbrüche brauchen regelmäßig sogar noch mehr. Selbst bei exakter Ruhigstellung kann es zur Durchblutungsstörung im proximalen Fragment kommen. Eine Revaskularisierung tritt aber im allgemeinen wieder ein, wenn entsprechend ruhiggestellt wird, wie

auch durch experimentelle Untersuchungen von TRUEETA bestätigt werden konnte (Gefäßeinsprossungen in den Knochen bis 12 mm).

Besondere Probleme bringen Frakturen mit einer Dislokation der Fragmente. Bei diesen Frakturformen und bei den vertikalen Schrägfrakturen bleibt von vorneherein zu überlegen, ob nicht besser primär durch Osteosynthese mit einer Kompressionsschraube die Vereinigung der Fraktur angestrebt werden soll; es bewährt sich dabei der dorsale Zugang, wie er von McLAUGHLIN angegeben wurde. Dabei ist bei schonendem operativen Vorgehen auf die Hauptgefäße zu achten, die, wie neuere Untersuchungen von TALEISNIK und KELLY ergeben haben, vor allem laterovolar ins Kahnbein eintreten.

Beim volaren Zugang dagegen besteht die Möglichkeit einer Gefäßbeeinträchtigung.

Nur durch eine exakte Diagnose und zielstrebige Behandlung sind Komplikationen (Pseudarthrosen) zu vermeiden.

Bei einem Teil der Patienten ist die Therapie der Pseudarthrose nämlich immer noch unsicher. Als daraus resultierende schwerwiegende Spätfolge droht die Handgelenksarthrose, die die Gebrauchsfähigkeit der Hand erheblich beeinträchtigen kann.

Für die Themenstellung und für die freundliche Förderung der Arbeit bin ich Herrn Priv.-Doz. Dr. E. Hipp zu besonderem Dank verpflichtet.

Bedanken möchte ich mich auch bei Ew. Schw. M. Colombiera und Herrn Tschenke für die Ausführung der phototechnischen Arbeiten.

L I T E R A T U R V E R Z E I C H N I S

1. Armstrong, J. R.
Closed technic for fixation of fractures of
carpal scaphoid. Lancet I, 537 Apr. 26
(1941)
2. Bauer, K. H.
Frakturen und Luxationen. Springer,
Berlin 1927
3. Barr, J. G. et al.
Fracture of the carpal navicular (scaphoid)
bone. J. Bone Jt. Surg. 35-A, 609 (1953)
4. Benninghoff
Lehrbuch der Anatomie des Menschen I. Bd.
J. F. Lehmanns Verlag, München 1939
5. Blount, W. P.
Knochenbrüche bei Kindern. Thieme,
Stuttgart 1957
6. Böhler, L.
Die Technik der Knochenbruchbehandlung.
13. Aufl. Bd. I. Maudrich, Wien 1957
7. Ders.
Die Technik der Knochenbruchbehandlung.
12. - 13. Aufl. Ergänzungsband.
Maudrich, Wien 1963

8. Ders., E. Trojan,
H. Jahna

Behandlungsergebnisse von 734 frischen,
einfachen Brüchen des Kahnbeinkörpers
der Hand. Wiederherstellungschir. und
Traum 2, 86 (1954)
9. Bühlmann, E.

Über die Behandlung der Navicularepseudarthro-
se mit Verschraubung. Z. Unfallmed.
Berufskr. 41, 253 (1948)
10. Bunnel-Böhler

Die Chirurgie der Hand. 2. Teil. Maudrich,
Wien, Bonn, Bern 1959
11. Cave, E. F.

Carpus with reference to fractured
navicular bone. Arch. Surg. 40, 54 (1940)
12. Ders.

Retroulnar dislocation of capitate with
fracture or subluxation of navicular bone.
J. Bone Jt. Surg. 23, 830 (1941)
13. Clarke, H. O.

Bone-grafting the Scaphoid. Chicago, Year
Book Gen. Surg. 770 (1942)
14. Compere, Banks

Pictorial Handbook of Fracture Treatment.
The Year Book Publishers. Inc. Chicago,
Ill. 1958

16. Cravener, E.K.
and D.G. Elroy

Fractures of carpal (navicular) scaphoid.
Amer. Jour. Surg. 44, 100 (1939)
17. Dau, W.

Naviculare bipartitum manus. Mschr. Unfallheilk. 67, 74 (1964)
18. Delkescamp, G.

Das Verhalten der Knochenarterien bei
Knochenerkrankungen und Frakturen. Fortschr. Geb. Röntgenstr. 10, 219 (1906)
19. Dickison, J.C. and
J.G. Shannon

Fractures of the carpal scaphoid in the
Canadian Army. A review and commentary.
Surg. Gynec. and Obstet. 79, 225 (1944)
20. Düben, W.

Zur Frage der operativen oder konservativen
Faustgipsbehandlung des veralteten Kahnbeinbruchs und der -pseudarthrose. Chirurg 25, 63 (1954)
21. Ders.

Konservative oder operative Behandlung veralteter Kahnbeinbrüche und -pseudarthrosen.
Arch. klin. Chir. 295, 309 (1960)

22. Edelstein, J. M.

Treatment of ununited fractures of carpal navicular. J. Bone Jt. Surg. 21, 902 (1939)

23. Ehalt, W.

Verletzungen bei Kindern und Jugendlichen. Enke, Stuttgart 1961

24. Geissendörfer, H.

Erfolgreiche Behandlung veralteter Kahnbeinbrüche der Hand durch Nagelung. Zbl. Chir. 68, 343 (1941)

25. Ders.

Welche veralteten Kahnbeinbrüche der Hand eignen sich zur Nagelung? Zbl. Chir. 69, 421 (1942)

26. Giesecking, H.

Die Nagelung als Behandlungsmaßnahme beim frischen und alten Kahnbeinbruch. Z. Orthop. 80, 597 (1950/51)

27. Gollasch, W.

Das zweigeteilte Kahnbein der Hand, seine Bedeutung für die Erkennung, Behandlung und Begutachtung der Kahnbeinverletzungen. Arch. f. orthop. u. Unfall-Chir. 40, 259 (1939)

28. Hainzl, H.

Chirurgie der Hand und Armverletzungen. VEB Verlag Volk und Gesundheit. Berlin 1957

29. Ders.
Zur Knochenbolzung der Kahnbein-
pseudarthrose. Zbl. Chir. 82, 1708 (1957)
30. Helferich, H.
Fracturen Luxationen. J. F. Lehmann,
München 1910
31. Henry, M. G.
Fractures of the carpal scaphoid bone in
industry and in the military service. Arch.
Surg. 48, 278 (1944)
32. Hipp, E.
Frische Handgelenksverletzungen. Vortrag
v. der Dtsch. orthop. Ges. Hamburg 1966
33. Hirsch, M.
Die Verletzungen der Handwurzel. Chir.
Orthop. 8, 718 (1942)
34. Humburg, Ch.
Beitrag zu Naviculare-Frakturen bei Kindern.
Diss. Chir. Klinik d. Med. Akad. Düssel-
dorf 1952
35. Hundemer, W.
Beitrag zur extraartikulären Knochenbolzung
der Kahnbeinpseudarthrose der Hand. Zbl.
Chir. 77, 274 (1952)
36. Hopf, A.
Operative Behandlung von Kahnbeinverletzun-
gen Wiederherstellungschir. u. Traum. 2,
140 (1954)

37. Ders.
Konstitutionelle und traumatische Veränderungen des Kahnbeins der Hand. Verh. dtsh. orthop. Ges. (Beilageh. Z. Orthop. 91, 562 (1959))
38. Jahna, H.
Die konservative Behandlung des veralteten Kahnbeinbruches der Hand. Verh. d. dtsh. orthop. Ges. 43. Kongr. Hamburg 1955 (Beilageh. Z. Orthop. 87, 156 (1956))
39. Karitzky, B.
in: Handbuch der gesamten Unfallheilkunde. Bd. III, herausgeg. v. H. Bürkle de la Camp u. P. Rostock. Enke, Stuttgart 1956
40. Kramer, G.
Zur Behandlung der Kahnbeinbrüche. Mschr. Unfallheil, 63, 259 (1960)
41. Ders.
Ernährungsstörungen des Kahnbeins nach Fraktur und ihre prognose. Arch. f. orthop. u. Unfall-Chir. 56, 63 (1964)
42. Kleinschmidt, W.
Traumatologie in der Chirurgischen Praxis. Springer, Berlin, Heidelberg, New York 1965
43. Laarmann, A.
Kahnbeinpseudarthrose und Mondbeinnekrose als Preßluftschaden. Dtsch. med. J. 12, 189 (1961)

44. Lange M.
Lehrbuch der Orthopädie und Traumatologie 3. Bd. Traumatologie. Enke, Stuttgart 1967
45. Lanz, T.v. und W. Wachsmuth
Praktische Anatomie I. Bd./3. Teil, Springer, Berlin, Göttingen, Heidelberg 1959
46. Lexer, E. Kuliga und W. Türk
Untersuchungen über Knochenarterien mittels Röntgenaufnahmen injizierter Knochen und ihre Bedeutung für einzelne pathologische Vorgänge am Knochensystem. August Hirschwald, Berlin 1904
47. Lob, A. und J. Probst
in: Klinische Chirurgie für die Praxis. Bd. IV, herausgeg. v. O. Diebold, H. Junghanns, L. Zukschwerdt. Thieme, Stuttgart 1966
48. Logroscino, D. und E. De Marchi
Vascularizzazione e trofo-patie delle ossa del carpo. Chir. Org. Movimento 23, 499 (1938)
49. Lossen, H.
Grundriß der Frakturen und Luxationen. Enke, Stuttgart 1897

50. Lützeler, H.
Die Entstehungsursache der Pseudarthrose
nach Bruch des Kahnbeins der Hand. Dtsch.
Z. Chir. 235, 450 (1932)
51. Maatz, R.
in: Knöchelbrüche und Verrenkungen heraus-
geg. v. Wanke-Maatz-Junge-Lentz. Urban
u. Schwarzenberg, München u. Berlin 1962
52. Macrosson
zit. nach Ehalt
53. Matti
Die Knochenbrüche und ihre Behandlung.
Springer Berlin 1922
54. Matzen, P. F.
Lehrbuch der Orthopädie. Bd. II. VEB
Verlag Volk und Gesundheit, Berlin 1959
55. Mau, H.
Wesen und Bedeutung der enchondralen
Dysostosen. Thieme, Stuttgart 1958
56. Mazet, A. and
H. Mason
Fractures of the carpal naviculare. Analysis
of 91 cases and review of the literature.
J. Bone Jt. Surg. 45-A, 82 (1963)
57. McKim, L. H.
Fractures of the carpal scaphoid. Bull. of
Amer. Coll. Surgeons No 142 (1944)

58. McLaughlin, H. L.
Fracture of the carpal scaphoid bone. J.
Bone Jt. Surg. 36-A, 765 (1954)
59. Meschan, Farrer,
Peisker
Röntgendiagnostik in Klinik und Praxis.
Knochen und Gelenke Bd. I. Medica, Stutt-
gart, Wien, Zürich 1962
60. Montag, W. D.
Die Bedeutung der Röntgen-Feinstfokusauf-
nahme zur Erhöhung und Verfeinerung der
Diagnose. Z. f. Orthop. 87, 550 (1956)
61. Müssbichler, H.
Injuries of the carpal scaphoid in children.
Acta radiol. (Stockholm) 56, 361, (1961)
62. Murray, G.
Bonegraft for non-union of the carpal-
scaphoid. Brit. J. Surg. 22, 63 (1934)
63. Ders.
End results of bone-grafting for non-union
of the carpal scaphoid bone. J. Bone Surg.
28, 749 (1946)
64. Niedenzu, A.
Über Naviculare-Frakturen der Hand. Brun's
Beiträge klin. Chirurgie 204, 456 (1962)

65. Nyakas, A.
Beitrag zur Röntgendiagnostik der Kahnbeinbrüche bei Kindern und Jugendlichen. Beitr. Orthop. 9, 252 (1962)
66. Obermayr, E.
Behandlungsergebnisse mit dem Faustgipsverband bei 41 frischen Brüchen des Kahnbeines der Hand. Arch. orthop. Unfall-Chir. 46, 551 (1954)
67. Obletz, B.E.
Fresh fractures of the carpal scaphoid. Surg. Gynec., and Obstet. 78, 83 (1944)
68. Ders. und B.M. Halbsstein
Non-union of fractures of carpal navicular. J. Bone Jt. Surg. 20, 424 (1938)
69. Preiser, G.
Eine typische posttraumatische und zur Spontanfraktur führende Ostitis des Naviculare carpi. Fortschr. Röntgenstr. 15, 189 (1910)
70. Ders.
Zur Frage der typischen traumatischen Ernährungsstörungen der kurzen Hand- und Fußwurzelknochen. Fortschr. Geb. Röntgenstr. 17, 360 (1911)
71. Poppe, H.
Technik der Röntgendiagnostik. Thieme, Stuttgart 1961

Probst, J.

Zur funktionellen Röntgendiagnostik der Kahnbeinbrüche der Hand und ihrer klinischen Bedeutung. Med. Klin. 56, 256 (1961)

Rehbein, F.

Zur Behandlung des veralteten Kahnbeinbruches und der Kahnbeinpseudarthrose der Hand. Langenbecks Arch. klin. Chir. 260, 356 (1948)

Ders. und
W. Düben

Zur konservativen Behandlung des veralteten Kahnbeinbruches und der Kahnbeinpseudarthrose. Arch. orthop. Unfall-Chir. 45, 67 (1952)

Ritter, U.

Anzeige, Erfolgsaussichten und Mißerfolge bei der Behandlung veralteter Kahnbeinbrüche und der Kahnbeinpseudarthrosen. Chirurg 25, 212 (1954)

Rothberg, A. S.

Fractures of carpal scaphoid; importance of special roentgenography. J. Bone Jt. Surg. 21, 1020 (1939)

Russe, O.

Fracture of the carpal navicular. J. Bone Jt. Surg. 42-A, 759 (1960)

78. Ders.

Nachuntersuchungsergebnisse von 22 Fällen operierter und veralteter Brüche und Pseudarthrosen des Kahnbeins der Hand. Z. Orthop. 93, 5 (1960)
79. Sashin, Major, D.

Treatment of fractures of the carpal scaphoid. Arch. Surg. 52, 445 (1946)
80. Scaglietti, O. und
 F. Perazzini

Die Kahnbeinpseudarthrosen. Wiederherstellungschir. u. Traum. 2, 112 (1954)
81. Schink, W.

in: Handbuch der gesamten Unfallheilkunde. Bd. III. herausgeg. v. H. Bürkle de la Camp und M. Schwaiger. Enke, Stuttgart 1965
82. Schinz, H. R.,
 W. E. Baensch,
 E. Friedl, E.
 Uehlinger

Lehrbuch der Röntgendiagnostik. Bd. I. Thieme, Stuttgart 1952
83. Schmid, F. u.
 H. Moll

Atlas der normalen und pathologischen Hand-skelettentwicklung. Springer, Berlin, Göttingen, Heidelberg 1960
84. Schnek, F.

Zur Entstehung, Behandlung und Verhütung der sogenannten posttraumatischen Navicularezyste. Fortschr. Geb. Röntgenstr. 39, 1016 (1929)

85. Ders.
Die Verletzungen der Handwurzel.
Ergebn. d. Chir. u. Orthop. 23, I (1930)
86. Ders.
Die Technik des ungepolsterten Gipsverbandes. Maudrich, Wien 1931
87. Spalteholz, W.
Über das Durchsichtigmachen von menschlichen und tierischen Präparaten; nebst Anhang: Über Knochenfärbung. S. Hirzel, Leipzig 1911
88. Ders.
Hand-Atlas of Human Anatomy Vol. I: Bones, Joints, Ligaments. Ed. 2. Philadelphia, J.B. Lippincott Company
89. Sportärztekollektiv
Traumatologie des Sports. Sportverlag Berlin
90. Struppler, V.
in: Verletzungen und Wiederherstellung der oberen Extremität, I. Teil: Die frischen Verletzungen, herausgeg. v. V. Struppler u. N. Witt. Enke, Stuttgart 1961
91. Sutro, C.J.
Treatment of non-union of carpal navicular bone. Year Book of Gen. Surg. 1947

92. Taleisnik, J. und
P.J. Kelly

The Extraosseous and Intraosseous Blood
Supply of the Scaphoid Bone. J. Bone
Jt. Surg. 48-A, 1125 (1966)
93. Trojan, E.

Zur Röntgendiagnostik der Kahnbeinbrüche
der Hand. Klin. Med. (Wien) 15, 228
(1960)
94. Ders.

Zur Diagnose des Kahnbeinbruches der Hand.
Chir. Praxis 5, 311 (1961)
95. Ders.

Die Behandlung des Kahnbeinbruches der
Hand. Chir. Praxis 5, 437 (1961)
96. Ders. und
G. De Mourgues

Fractures et pseudarthrose du scaphoid
carpien. Etude thérapeutique. Rev. Chir.
orthop. 45, 614 (1959)
97. Trueta, J.

Appraisal of the vascular factor in healing
of fractures of the femoral neck. J. Bone
Jt. Surg. 39-B, 3 (1957)
98. Ders.

The normal vascular anatomy of the human
femoral head during growth. J. Bone Jt.
Surg. 39-B, 358 (1957)

99. Ders. und M. H. M. Harrison
The normal vascular anatomy of femoral head in adult man. J. Bone Jt. Surg. 35-B, 442 (1953)
100. Verdan
zit. nach Maatz
101. Watson-Jones, R.
Fractures and Joint injuries. 4. Aufl. Bd. I u. II Baltimore Williams and Wilkins Comp. 1956
102. Willenegger, H.
in: Technik der operativen Frakturenbehandlung, herausgeg. v. M. E. Müller, M. Allgöwer, H. Willenegger. Springer, Berlin, Göttingen, Heidelberg 1963
103. Witt, Rettig
in: Handbuch der Orthopädie, Bd. III, herausgeg. v. G. Hohmann, M. Hackenbroch, K. Lindemann, Thieme, Stuttgart 1959

LEBENS LAUF

Am 17. Juli 1940 wurde ich als erster Sohn des Dir. Dr. -Ing. J. Wolff und seiner Ehefrau Martha, geb. Engelländer in München geboren. Nach dem Besuch der Volksschule an der Rotbuchenstraße und der Maria Theresia Oberrealschule bestand ich dort im Jahre 1959 die Reifeprüfung. Anschließend Studium der Medizin in München; hier legte ich auch nach dem Wintersemester 1964/65 mein medizinisches Staatsexamen ab.

Seit 15. September 1965 Tätigkeit als Medizinalassistent an der Orthopädischen Universitätsklinik München-Harlaching, vom 1. März 1966 bis 31. August 1966 an der Orthopädischen Klinik der Städtischen Krankenanstalten Dortmund. Im Anschluß daran vier Monate an der Chirurgischen Klinik Dortmund bis Ende Dezember 1966.

Seit 1. 1. 1967 Beschäftigung als Medizinalassistent im internen Krankenhaus Kempfenhausen der Stadt München, zur Zeit dort selbst.

